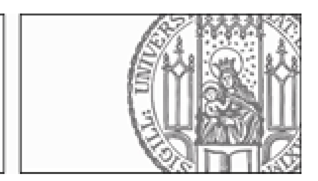




Prof. Dr. Göran Kauermann
+49 (0)89 2180-6253
goeran.kauermann@lmu.de
Institut für Statistik
Ludwigstr. 33
80539 München

Prof. Dr. Helmut Küchenhoff
+49 (0)89 2180-2789
kuechenhoff@stat.uni-muenchen.de
Institut für Statistik
Akademiestr. 1/IV
80799 München

Dr. Ursula Berger
+49 (0)89 440077486
ursula.berger@lmu.de
IBE
Marchioninistr. 15
81377 München

CODAG Bericht Nr. 28
04.07.2022

1. Massnahmen zur Eindämmung der Pandemie

Raphael Rehms, Sabine Hoffmann

2. Analysen zur aktuellen Lage: Krankenhäuser und Intensivstationen

Helmut Küchenhoff, Maximilian Weigert, Wolfgang Hartl[1], Daniel Schlichting, Diellë Syliqi, Kai Becker

—--

Vorherige CODAG Berichte und weitere Forschungsarbeiten sind auf der CODAG Homepage zu finden

https://www.covid19.statistik.uni-muenchen.de/index.html

[1] Klinik für Allgemeine, Viszeral-, und Transplantationschirurgie, Campus Großhadern, KUM

1. **Massnahmen zur Eindämmung der Pandemie**

Raphael Rehms, Sabine Hoffmann

In dem Bericht des Sachverständigenausschusses (2022) steht die Evaluation der Massnahmen zur Eindämmung der Pandemie im Vordergrund. In Kapitel 3.4. wird dort ausführlich die Strategie von Studien, die auf der Beobachtung des Infektionsgeschehens basieren, diskutiert. Wir stellen hier ein Konzept und die wichtigsten Ergebnisse unserer aktuellen Studie (Rehms et al., 2022) vor. In dieser Studie haben wir Daten aus zwanzig europäischen Ländern ausgewertet. Dazu haben wir Daten zu gemeldeten Infektionen, die Belegung von Krankenhausbetten und Intensivstationen und Todesfälle in einem Modell gemeinsam ausgewertet und dabei wichtige Aspekte, wie Verzögerung der Meldung, saisonale Effekte, Impfquoten und das Auftreten von neuen Varianten in die Modellierung einbezogen.

Die mathematische Modellierung von Infektionsdynamiken kann als essentielles Hilfsmittel dienen, um benötigte Ressourcen im Gesundheitswesen in Vorfeld zu planen und die Effekte von nicht-pharmazeutischer Interventionen zu beurteilen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die zentrale Größe, die von Interesse ist, also die tatsächliche Anzahl an neuen Infektionen in einer Population, nicht direkt beobachtbar ist. Sie ist eine latente Variable, welche durch andere beobachtbare Größen geschätzt werden muss. Hierbei stellen bekannte Größen wie die Anzahl an gemeldeten Infektionen, Todesfälle und Krankenhauseinweisungen, bzw. die Belegung von Intensivstationen wichtige Quellen dar, die komplementäre, jedoch manchmal auch widersprüchliche Informationen liefern. So wird zum Beispiel die Zahl der gemeldeten Infektionen durch zeitvariierende Variablen wie Änderungen in der Teststrategie (Anzahl der verfügbaren Tests und Zugangsvoraussetzungen zu verschiedenen Testarten) und wochentagsspezifische Meldeverzüge beeinflusst.

Die Zahl der Todesfälle oder der Belegung von Krankenhäuser und Intensivstationen ist weniger anfällig für eine zeitvariierende Unter- bzw. Übererfassung. Will man die Anzahl der Infektionen auf der Basis dieser Variablen schätzen, so müssen je nach Betrachtungszeitraum jedoch immer noch zeitvariierende Einflüsse wie das je nach Virusvariante wechselnde Risiko schwerer zu erkranken oder durch eine Impfung geschützt zu sein, bzw. die durch eine Erkrankung erworbene Immunität berücksichtigt werden. Eine Fokussierung auf kurze Zeiträume erlaubt es zwar, vereinfachte Modelle zu schätzen, dieses Vorgehen limitiert jedoch den Betrachtungszeitraum.

Die hier verwendete Methode zur Schätzung der Wirkung von nicht-pharmazeutischer Interventionen versucht diese Punkte in einem kohärenten Rahmen durch ein Bayesianisch hierarchisches Modell zu behandeln. Durch die Spezifikation verschiedener Untermodelle, die Informationen bzgl. der Zahl der gemeldeten Infektionen, Todesfälle und Belegung von Krankenhäusern und Intensivstationen mit einbeziehen, kann die tägliche Anzahl an tatsächlichen Infektionen (Prävalenz) geschätzt werden. Dadurch ist es auch möglich, den Einfluss verschiedener Virusvarianten, die durch Impfung oder vorherige Infektion erworbene Immunität, und Unsicherheiten bei der Berichterstattung in den vorhandenen Daten zu berücksichtigen. Zudem können durch die Berücksichtigung eines

wochentagsspezifischen Meldeverzugs tagesgenaue Daten zu den genannten Zeitreihen genutzt werden; die übliche Glättung der Daten, zum Beispiel durch die Nutzung von 7-Tages Werten, kann mit einem erheblichen Informationsverlust verbunden sein.

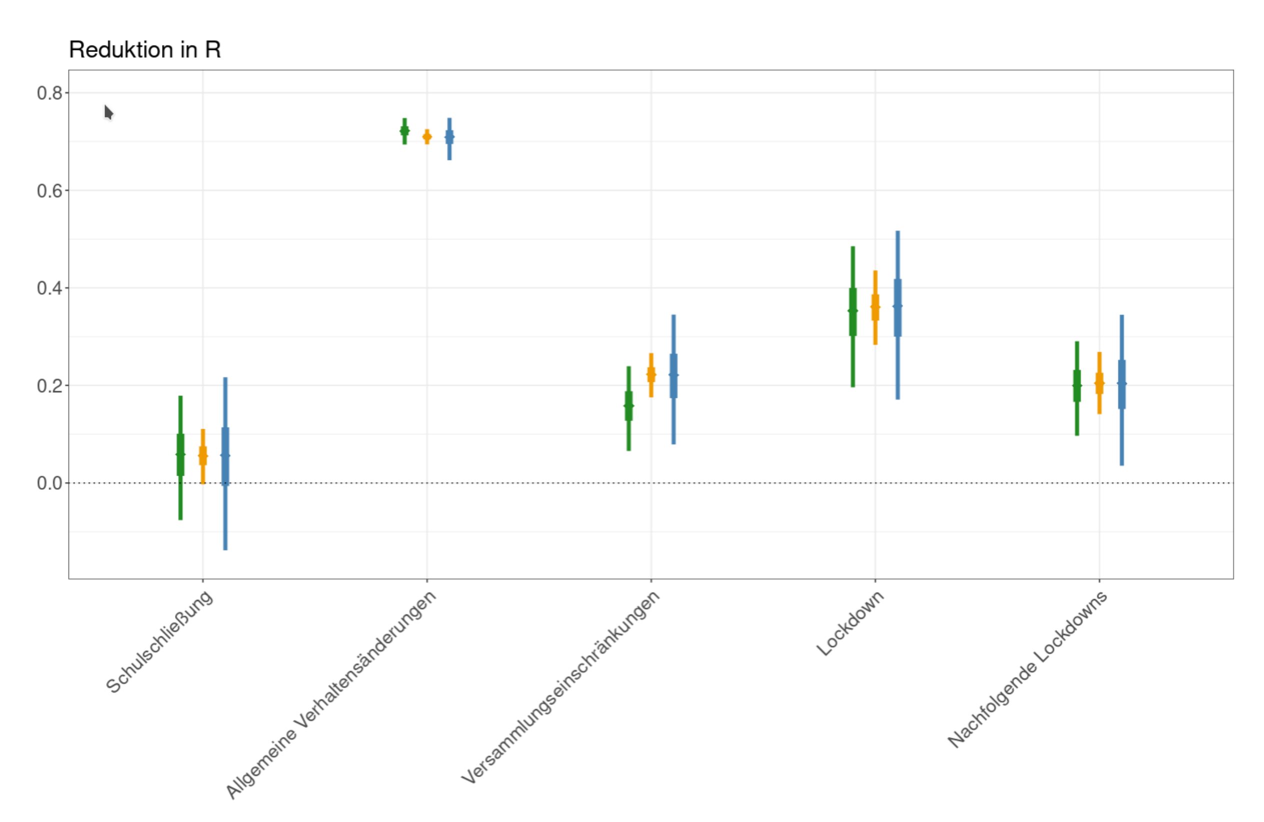


Abbildung 1.1.: Mittelwerte und 95%-Kredibilitätsintervalle der a-Posteriori Verteilungen der geschätzten prozentuale Reduzierung der Reproduktionsrate. Dargestellt sind die Veränderungen durch Schulschließungen, allgemeine Verhaltensänderungen, Einschränkungen in Bezug auf Versammlungen, sowie für den ersten Lockdown und darauffolgende Lockdowns als eine prozentuale Verringerung der Reproduktionsrate. Die für Deutschland geschätzten Effekte sind in Grün, und die für zwanzig europäische Länder gemittelten Effekte sind in Orange dargestellt. In Blau ist eine prädiktive a Posteriori Verteilung dargestellt, die Schätzungen für ein beliebiges europäisches Land vorhersagt, wobei die Heterogenität zwischen den einzelnen Ländern berücksichtigt wird.

Abbildung 1.1 zeigt die geschätzten Effekte für Schulschließungen, allgemeine Verhaltensänderungen, Einschränkungen in Bezug auf Versammlungen, sowie für den ersten Lockdown und darauffolgende Lockdowns basierend auf den Daten von zwanzig europäischen Ländern für den Zeitraum zwischen dem initialen Ausbruch der Pandemie in Europa bis zum 31.10.2021 basierend auf publizierten Zeitreihendaten von Dong et al. (2020) der Johns Hopkins University und Informationen über nicht-pharmazeutischer Interventionen des COVID-19 Government Response Tracker (Hale et al., 2021). Allgemeine Verhaltensänderungen zeigen eine Reduktion der Reproduktionsrate um etwa 70%, und waren somit mit den stärksten Veränderungen assoziiert. Diese Verhaltensänderungen beinhalten das Einhalten einer Reihe von Vorsichtsmaßnahmen wie die freiwillige Beschränkung von Kontakten, das Tragen von Masken und die Selbst-Isolation bei Erkältungssymptomen, und wurden zwischen Frühjahr 2020 und Ende 2021 wohl vom Großteil der Bevölkerung durchgängig berücksichtigt. Der geschätzte Effekt des ersten Lockdowns ist mit einer Reduktion der Reproduktionsrate von fast 40% größer als der Effekt

nachfolgender Lockdowns, der hier auf etwa 20% geschätzt wird und damit dem geschätzten Effekt für Versammlungseinschränkungen entspricht.

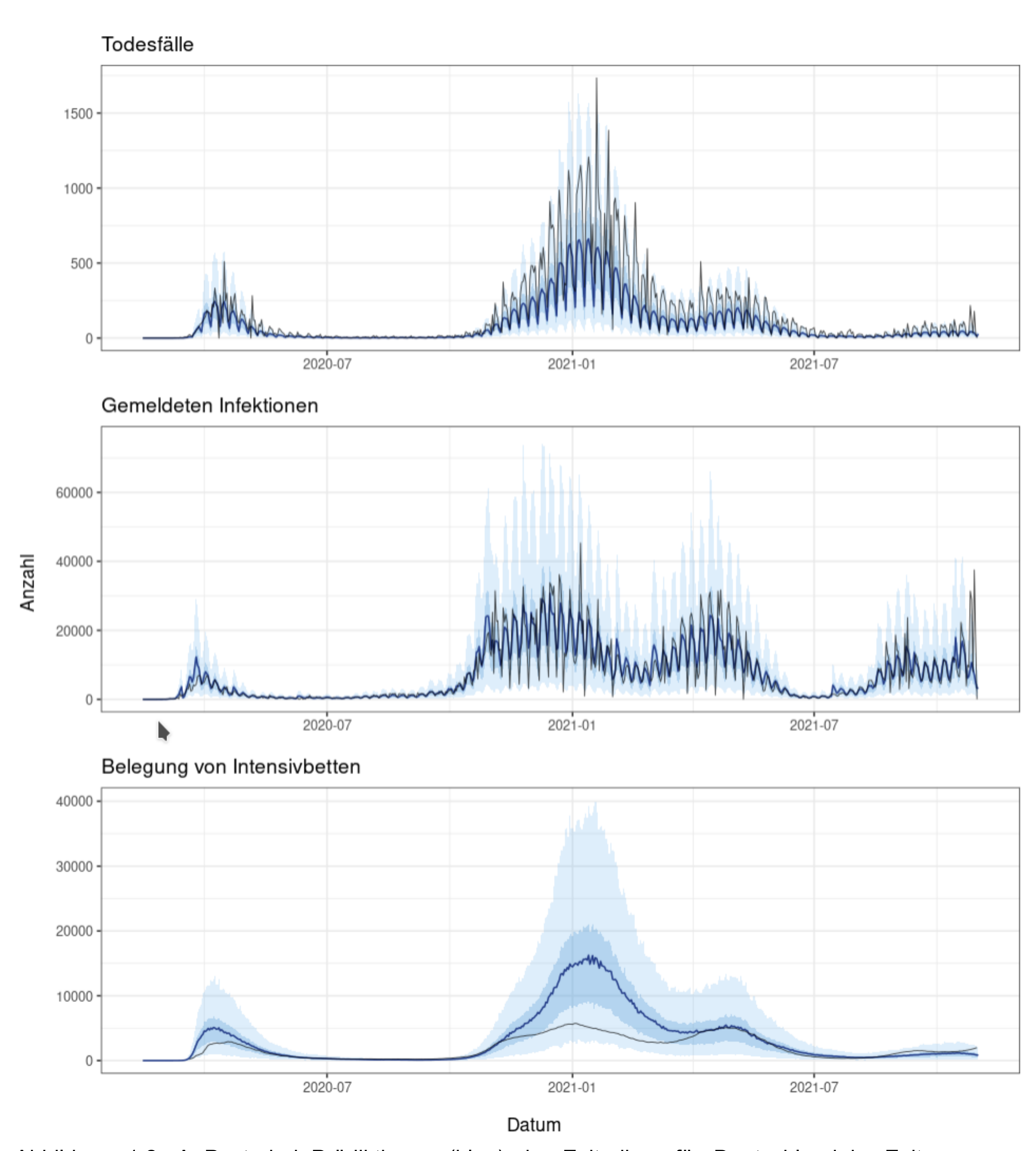


Abbildung 1.2: A Posteriori Prädiktionen (blau) der Zeitreihen für Deutschland im Zeitraum von 14.02.2020 - 31.10.2021 mit 95%-Kredibilitätsintervallen (hellblau). In Schwarz ist die korrespondierende beobachtete Zeitreihe angegeben.

In Abbildung 1.2 werden die Vorhersagen des Modells mit den beobachteten Daten verglichen. Es zeigt sich, dass das Modell die gemeldeten Todesfälle und Infektionen gut abbilden kann, während die Belegung von Intensivbetten insbesondere für den Zeitraum von Ende 2020 bis Anfang 2021 deutlich überschätzt wird. Ursache für diese Überschätzung der Belegung von Intensivbetten, die in Deutschland, aber nicht in anderen europäischen Länder zu beobachten ist, könnten die vermehrten Ausbrüche in Alten- und Pflegeheimen sein, die zu diesem Zeitpunkt in Deutschland aufgetreten sind (CODAG Bericht Nr. 19). Hier wurden

möglicherweise schwer erkrankte und aus medizinischer Sicht intensivpflichtige geriatrische COVID-Patienten wegen eines ablehnenden tatsächlichen oder mutmaßlichen Patientenwillens nicht mehr intensivmedizinisch behandelt.

Der hier vorgestellte Bayesianisch hierarchische Ansatz hat im Vergleich zu ähnlichen Studien den Vorteil, dass dieser Ansatz mehrere Informationsquellen gleichzeitig berücksichtigt, um die Prävalenz der Infektionen zu schätzen. Die Berücksichtigung mehrerer Unsicherheitsquellen erlaubt es, einen langen Beobachtungszeitraum zu betrachten und so die vorhandenen Informationen optimal nutzen zu können. Allerdings müssen bei der Interpretation der Ergebnisse gewisse Einschränkungen berücksichtigt werden. Dies betrifft einerseits die Definition und die Erhebung der nicht-pharmazeutischen Interventionen, deren Zuverlässigkeit kaum überprüfbar ist, auch wenn der verwendete COVID-19 Government Response Tracker als beste internationale Quelle angesehen werden kann. Zusätzlich könnten weitere in unserem Modell nicht berücksichtigte Faktoren die Ergebnisse beeinflussen. Obwohl daher eine kausale Interpretation der Ergebnisse und die Übertragbarkeit auf zukünftige Wellen unsicher ist, sehen wir in unserer Studie einen wichtigen Beitrag zur evidenzbasierten Pandemiebekämpfung.

2 . Analysen zur aktuellen Lage: Krankenhäuser und Intensivstationen

Helmut Küchenhoff, Maximilian Weigert, Wolfgang Hartl, Daniel Schlichting, Diellë Syliqi, Kai Becker

Nach einem Rückgang im Frühjahr steigt die Zahl der neu gemeldeten CoV-2-Infektionen gegenwärtig wieder deutlich an. Wir analysieren als Indikatoren für den aktuellen Pandemieverlauf die damit assoziierte Hospitalisierungsinzidenz, die Anzahl der Erstaufnahmen auf Intensivstationen und die Anzahl der Todesfälle.

Hospitalisierungsinzidenz

Wie in CODAG-Bericht Nr. 24 ausführlich beschrieben wurde, beteiligen wir uns an einer Plattform zur Schätzung der aktuellen 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz pro 100.000 Einwohner auf Ebene der Bundesländer. In den nachfolgenden Darstellungen verwenden wir die aktuellen Schätzungen des sogenannten "Mean-Ensemble-Nowcasts". Hierbei beruht die finale Schätzung auf dem Mittelwert der Schätzungen der verschiedenen Forschungsgruppen. Tagesaktuelle Werte können auf der Website des Projekts (hospitalisation-nowcast-hub) abgerufen werden. Aktuelle Karten und Verläufe basierend auf dem individuellen Nowcasting-Modell (siehe Schneble et al., 2020) sind unter https://corona.stat.uni-muenchen.de/maps/ zu finden.

Inzidenz der Neuaufnahmen auf Intensivstationen

Neben Neuaufnahmen in Krankenhäusern ist die Belastung der Intensivstationen (ITS) ein weiterer zentraler Parameter der Pandemie. Hierzu werden (auch regionale) Daten zu täglichen Erstaufnahmen auf ITS durch die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) vollständig und zeitnah gemeldet. Aus den täglichen Werten der Erstaufnahmen auf Intensivstationen berechnen wir die entsprechende 7-Tage-Inzidenz pro 100.000 Einwohner und veröffentlichen diesen wichtigen Indikator täglich auf unserer Homepage https://corona.stat.uni-muenchen.de/maps/.

Im Folgenden zeigen wir die Ergebnisse von Bruchpunktanalysen auf Bundeslandebene für die aktuellen Zeitreihen der Hospitalisierungsinzidenz (Abbildung 2.1 und Tabelle 2.1) und der Inzidenz der Erstaufnahmen auf Intensivstationen (Abbildung 2.2 und Tabelle 2.2). Bei letzterem Indikator fassen wir die Stadtstaaten mit ihren benachbarten Bundesländern zusammen, um eine Verzerrung der Bruchpunktanalysen zu vermeiden, die durch die vergleichsweise geringe Intensivaufnahme-Inzidenz in den entsprechenden Regionen entstehen könnte. Der Verlauf der Kurven wird datengesteuert in unterschiedliche Phasen gleichen Wachstums bzw. Rückgangs eingeteilt. Details zur Methodik finden sich in Küchenhoff et al. (2021).

Ergebnisse zur Hospitalisierungsinzidenz

Abbildung 2.1: Verlauf der 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenzen in den deutschen Bundesländern ab dem 01.03.2022 zum Datenstand 29.06.2022. Dargestellt ist jeweils die Anzahl pro 100.000 Einwohner. Die aktuellen Werte wurden mit dem Nowcasting-Verfahren (Mean-Ensemble-Nowcast) geschätzt. Die blauen Linien markieren jeweils die geschätzten Punkte der Trendänderung mit den zugehörigen Konfidenzintervallen.

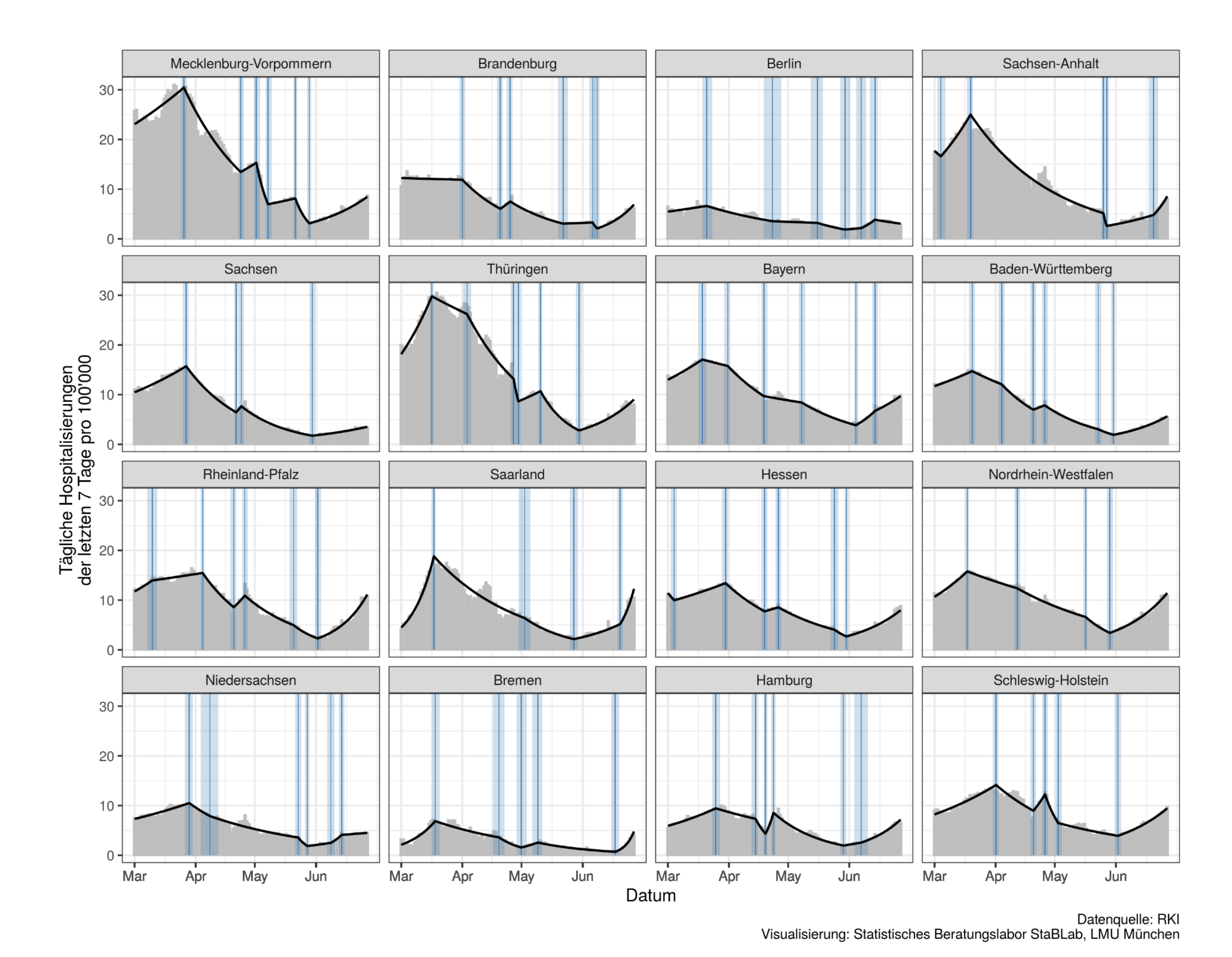


Tabelle 1.1.: 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenzen pro 100.000 Einwohner in den Bundesländern. Angegeben ist das Datum der letzten Trendänderung und der aktuelle tägliche Steigungsfaktor (aus dem Bruchpunktmodell), die aktuelle 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz (Mean-Ensemble-Nowcast) pro 100.000 Einwohner und deren prozentuale Veränderung im Vergleich zur Vorwoche. Angaben zum Datenstand 29.06.2022. In der letzten Spalte finden sich die Angaben des RKI, die Grundlage für Maßnahmen nach dem Infektionsschutzgesetz sind.

Region	Letzte Trend-änderung	Aktueller tägl. Steigungs-faktor	Geschätzte 7-Tage-Hospitalisierungs-inzidenz pro 100.000	Änderung der geschätzten Inzidenz im Vergleich zur Vorwoche (in %)	Aktuelle 7-Tage-Hospitali-sierungsinzidenz pro 100.000 gemäß RKI
Deutschland	—	—	8.15	22.2	4.92
Mecklenburg-Vorpommern	29.05.22	1.034 (1.033-1.036)	8.53	15.9	5.53
Brandenburg	08.06.22	1.066 (1.064-1.069)	6.86	38.3	4.58
Berlin	14.06.22	0.982 (0.976-0.989)	2.59	-27.7	1.45
Sachsen-Anhalt	20.06.22	1.086 (1.072-1.099)	9.17	61.2	6.01
Sachsen	30.05.22	1.026 (1.025-1.027)	2.74	-13.3	1.33
Thüringen	30.05.22	1.043 (1.042-1.044)	6.55	-16.3	7.45
Bayern	14.06.22	1.029 (1.027-1.030)	10.00	20.8	6.54
Baden-Württemberg	31.05.22	1.041 (1.040-1.041)	5.33	9.9	3.13
Rheinland-Pfalz	02.06.22	1.065 (1.064-1.066)	9.33	25.1	4.81
Saarland	20.06.22	1.131 (1.117-1.145)	10.35	45.8	7.72
Hessen	30.05.22	1.040 (1.040-1.041)	8.39	30.7	5.58
Nordrhein-Westfalen	29.05.22	1.042 (1.041-1.043)	11.24	19.4	6.69
Niedersachsen	14.06.22	1.008 (1.004-1.012)	4.49	-1.1	3.02
Bremen	17.06.22	1.223 (1.195-1.251)	4.41	150.6	3.23
Hamburg	07.06.22	1.053 (1.051-1.056)	6.41	21.4	2.86
Schleswig-Holstein	02.06.22	1.036 (1.034-1.037)	11.57	55.5	6.97

Ergebnisse zur Inzidenz der Erstaufnahmen auf Intensivstation

Abbildung 2.2: Verlauf der 7-Tage-Inzidenz der Erstaufnahmen auf Intensivstationen in den deutschen Bundesländern ab dem 01.03.2021 zum Datenstand 29.06.2022. Dargestellt sind jeweils die Anzahlen pro 100.000 Einwohner. Die blauen Linien markieren jeweils die geschätzten Punkte der Trendänderung mit den zugehörigen Konfidenzintervallen.

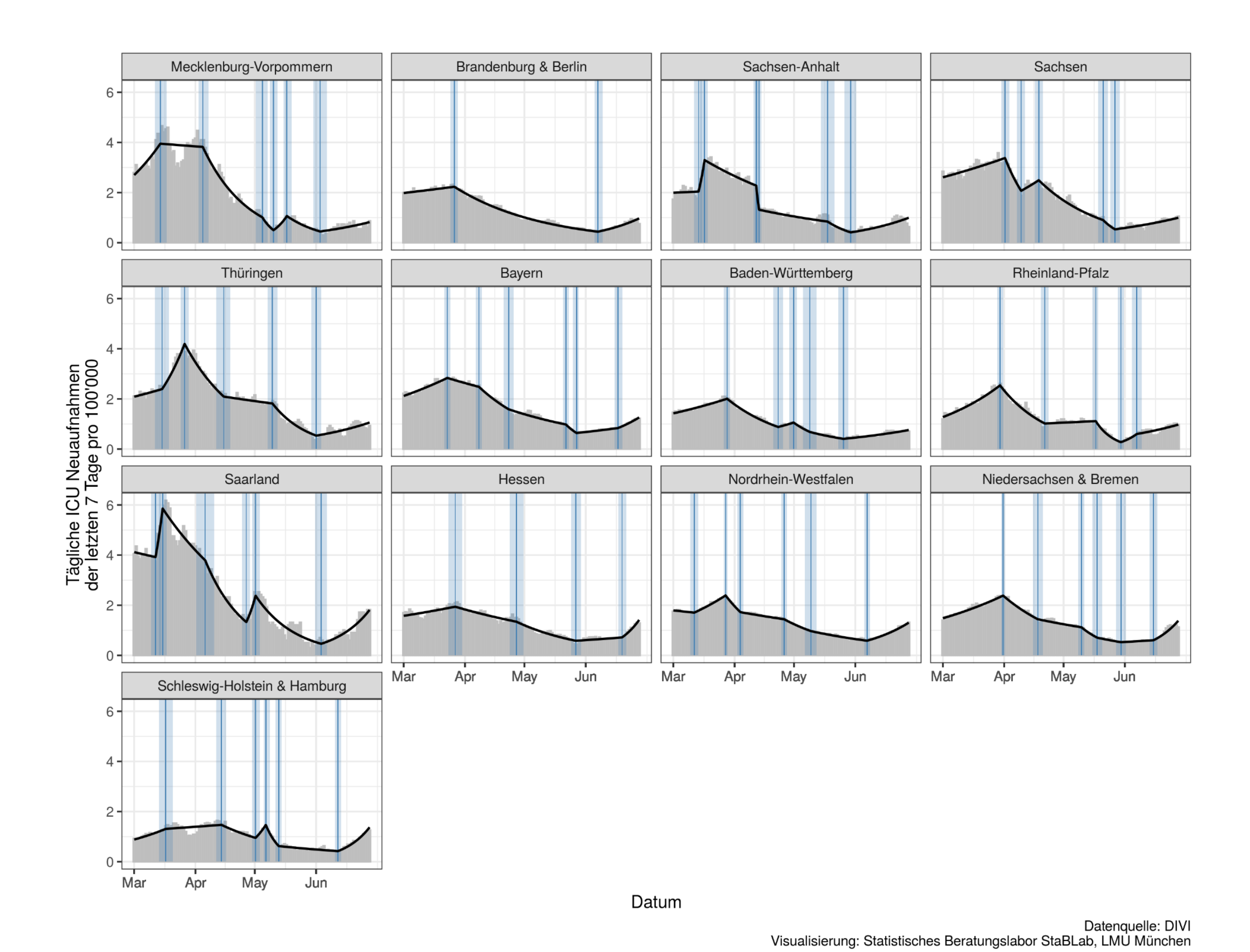


Tabelle 2.2.: Vergleich der geschätzten 7-Tage-Inzidenz der Erstaufnahmen auf Intensivstationen pro 100.000 Einwohner in den verschiedenen Bundesländern. Angegeben ist das Datum der letzten Trendänderung, der aktuelle tägliche Steigungsfaktor (nach dem Bruchpunktmodell), die aktuelle 7 Tage-Inzidenz der Erstaufnahmen auf Intensivstationen pro 100.000 Einwohner und deren prozentuale Veränderung im Vergleich zur Vorwoche. Angaben zum Datenstand 29.06.2022.

Region	Datum der letzten Trend-Änderung	Aktueller tägl. Steigungsfaktor	7-Tage-Inzidenz der Erst-aufnahmen auf ITS pro 100.000	Änderung der 7-Tage-Inzidenz im Vergleich zur Vorwoche (in %)
Deutschland	---	---	1.08	13.5
Mecklenburg-Vorpommern	03.06.22	1.025 (1.018- 1.031)	0.93	66.7
Brandenburg, Berlin	07.06.22	1.039 (1.035-1.043)	0.79	0.0
Sachsen-Anhalt	30.05.22	1.031 (1.026-1.035)	0.68	-37.5
Sachsen	27.05.22	1.020 (1.017-1.022)	1.08	12.8
Thüringen	01.06.22	1.026 (1.020-1.031)	0.89	-20.8
Bayern	17.06.22	1.039 (1.035-1.043)	1.10	6.6
Baden-Württemberg	26.05.22	1.019 (1.018-1.021)	0.77	10.3
Rheinland-Pfalz	07.06.22	1.023 (1.020-1.027)	0.93	2.7
Saarland	04.06.22	1.058 (1.048-1.067)	1.22	-14.3
Hessen	19.06.22	1.082 (1.068-1.096)	1.19	27.1
Nordrhein-Westfalen	07.06.22	1.039 (1.038-1.040)	1.38	32.1
Niedersachsen, Bremen	16.06.22	1.068 (1.065- 1.072)	1.11	1.1
Schleswig-Holstein, Hamburg	12.06.22	1.077 (1.071-1.083)	1.18	43.6

Interpretation der Ergebnisse

Deutschlandweit liegt gegenwärtig die wöchentliche Hospitalisierungsinzidenz bei einem Wert von etwa 8 pro 100.000 Einwohner mit steigender Tendenz. Dieser Wert liegt deutlich unter den Höchstständen der ersten Omikron-Welle, in der Werte von 15 pro 100.000 Einwohner verzeichnet wurden. Auch bei den Neuaufnahmen auf Intensivstationen liegen die Werte deutlich unter denen aus dem Frühjahr dieses Jahres (mit Ausnahme von Hamburg/Schleswig-Holstein).

7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz

Die zentrale Erkenntnis unserer Analysen ist, dass es zwischen dem 27.05. und dem 08.06.2022 in fast allen Bundesländern (mit Ausnahme Bremen, 17.06.2022) zu einer Trendänderung bei der 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz kam (Abbildung 2.1). Ab diesem Zeitraum war ein mehr oder weniger ausgeprägter Wiederanstieg der Hospitalisierungsinzidenz zu beobachten, der (mit Ausnahme von Berlin) bis zuletzt anhielt. Dieser Zeitraum der Trendumkehr ist praktisch deckungsgleich mit dem Zeitraum der Trendumkehr bei der Anzahl der Arztkonsultationen wegen COVID. Seit der 22. KW (29.05.2022 - 05.06.2022) ist auch hier insgesamt wieder ein Anstieg zu beobachten (Wochenbericht des RKI vom 23.06.2022).

Es kann davon ausgegangen werden, dass kein Zusammenhang mit pandemiebekämpfenden Maßnahmen besteht. Bereits seit dem Ende der Übergangsfrist am 3. April 2022 gab es in Deutschland keine bundesweit geltenden Kontaktbeschränkungen und keine allgemeine Maskenpflicht mehr, so dass - auch wenn eine gewisse Verzögerung anzunehmen ist - ein Einfluss unwahrscheinlich ist.

Ein Zusammenhang mit der Ausbreitung der Omikron BA.5 Variante stellt eine mögliche Erklärung dar. Der Anteil der sequenzierten BA.5 Omikron-Variante nahm von 6,8% in der 20. KW (16.05.2022 - 22.05.2022) bis auf 49,7% in der 24. KW (05.06.2022 - 11.06.2022) zu (siehe dazu Wochenbericht des RKI vom 30.06.2022). Parallel dazu war ein entsprechender Rückgang der BA.2 Variante zu beobachten. Im Vergleich zu Vorgängervarianten ist die BA.5 Variante durch eine noch leichtere Übertragbarkeit charakterisiert. BA.5 stellt eine sog. Immunevasionsvariante dar, die sich auch unter vollständig Geimpften und solchen Individuen effektiv ausbreiten kann, die bereits eine Omikron BA.1 / BA.2 - Infektion durchlaufen haben (Arora P et al., 2022). Eine weitere mögliche Erklärung wäre das Nachlassen der Schutzwirkung von Booster-Impfungen; eine abnehmende Schutzwirkung im Bezug auf eine hospitalisierungspflichtige Infektion durch die Omikron-Varianten ist ab etwa drei Monaten nach der dritten Impfung - speziell bei Risiko-Patient*innen - beobachtet worden (Tartof SY et al., 2022). Ferner kann nicht ausgeschlossen werden, dass durch die leichtere Übertragbarkeit der BA.5 Variante in zunehmendem Maß auch bisher nicht geimpfte Individuen von einer schweren Omikron-Infektion betroffen sind.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass die Trendumkehr bei der 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz zwischen dem 27.05. und 08.06.2022 zeitgleich bzw. sogar noch etwas früher auftrat als die Trendumkehr bei der Meldeinzidenz. Letztere stieg erst seit der KW 22 (01.06.2022 - 07.06.2022) deutschlandweit wieder an. Da klinisch fast immer von einer Latenz zwischen Beginn der CoV-2-Infektion und dem ersten Auftreten von

hospitalisierungspflichtigen Symptomen auszugehen ist, weist die annähernde Zeitgleichheit der Trendumkehr weiterhin auf eine Verzögerung bei der Meldeinzidenz hin und unterstreicht die Bedeutung der Hospitalisierungsinzidenz als Indikator für den Pandemieverlauf.

7-Tage-Inzidenz der Erstaufnahmen auf Intensivstationen

Fast deckungsgleich zur 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz kam es auch bei der 7-Tage-Inzidenz der Erstaufnahmen auf Intensivstationen zwischen dem 26.05. und 12.06.2022 in fast allen Bundesländern (mit Ausnahme Niedersachsen/Bremen, 16.06.2022) zu einer Trendänderung (Abbildung 2.2.). Ab diesem Zeitraum ist ein mehr oder weniger ausgeprägter Wiederanstieg der Intensivaufnahme-Inzidenz zu beobachten, der in allen Bundesländern bis zuletzt anhielt.

Trotz dieser summarischen Deckungsgleichheit sehen wir jedoch auf regionaler Basis weiterhin die Zeichen einer Entkoppelung zwischen der 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz und der 7-Tage-Inzidenz der Erstaufnahmen auf Intensivstationen. In sechs Regionen (**Baden-Württemberg, Bayern, Berlin/Brandenburg (hier speziell Brandenburg), Hessen, Rheinland-Pfalz, Sachsen)** lag das Datum der Trendumkehr der Erstaufnahmen auf Intensivstationen vor dem Datum der Trendumkehr der Hospitalisierungsinzidenz. In sechs Regionen (**Sachsen-Anhalt, Thüringen, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Saarland, Hamburg/Schleswig-Holstein)** lag das Datum der Trendumkehr der Erstaufnahmen auf Intensivstationen nach dem Datum der Trendumkehr der Hospitalisierungsinzidenz, wobei jedoch die Zeitverzögerung in zwei Bundesländern (**Sachsen-Anhalt, Thüringen**) nur zwei Tage betrug. In **Bremen/Niedersachsen** war bei den Erstaufnahmen auf Intensivstationen ab dem 30.05.2022 ein Plateau und erst ab dem 16.06.2022 eine erneute Zunahme zu beobachten. Ursache für diesen atypischen Verlauf war em ehesten die Tatsache, dass die Hospitalisierungsinzidenz in Bremen noch bis zum 17.06.2022 rückläufig war, wohingegen sie in Niedersachsen bereits ab dem 28.05.2022 wieder zunahm.

Aufgrund des bekannten klinischen Verlaufs von COVID-19 und dem zeitlichen Verzug bei der Meldung ist von einem zeitlichen Ablauf auszugehen, bei dem der Zeitpunkt der Krankenhausaufnahme vor dem Zeitpunkt der Aufnahme auf einer Intensivstation liegt. Für die Delta-Variante konnten wir eine Zeitdifferenz von etwa 7-12 Tagen abschätzen (CODAG-Bericht Nr. 24). Die erneute Zunahme der 7-Tage-Inzidenz der Erstaufnahmen auf Intensivstationen ist bei gleichzeitig noch abnehmender 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz in sechs Regionen scheinbar paradox .

Bei der Interpretation dieses Phänomens können zunächst wegen der nur moderaten Belastung des Gesundheitssystems Transfereffekte zwischen den Bundesländern ausgeschlossen werden. Auffällig ist, dass ausschließlich süddeutsche bzw. südliche ostdeutsche Bundesländer davon betroffen waren (auch Sachsen-Anhalt und Thüringen müssen aufgrund der sehr kurzen Latenz zwischen der Trendwende von Krankenhaus- und Intensivstationsaufnahme (zwei Tage) noch dazu gezählt werden).

Es muss davon ausgegangen werden, dass in den betroffenen Bundesländern in diesem Zeitraum trotz noch rückläufiger gesamter Hospitalisierungsinzidenz die absolute Aufnahme von Hochrisikopatient*innen bereits zunahm (und sich dadurch bereits frühzeitig auch die Anzahl der Erstaufnahmen auf Intensivstationen erhöhte). Die bis zur KW 20 mit hoher

Wahrscheinlichkeit in allen Bundesländern noch rückläufige tatsächliche Infektions-Prävalenz würde - durch den gleichzeitigen Rückgang der Hospitalisierung von nur mit CoV-2 infizierten Patienten, die jedoch nicht an einer COVID litten - die zunehmende Aufnahme von COVID-Hochrisikopatient*innen verschleiern. Zum Höhepunkt der Omikron BA.1 / BA.2 Welle wurde von uns der Anteil der hospitalisierten, nur mit CoV-2 infizierten Patient*innen für Bayern auf etwa 60% der gesamten Hospitalisierungen geschätzt (CODAG-Bericht Nr. 26).

Ein naheliegendes Charakteristikum von COVID-Hochrisikopatient*innen ist der Impfstatus (nie oder vor mehr als drei Monaten geimpft, keine oder nur eine Booster-Impfung). Sieben der acht oben aufgeführten Regionen mit paradoxer Trendumkehr gehören zu den Regionen, die im Vergleich zu den nördlichen/nordwestlichen Bundesländern durchwegs niedrigere Raten an vollständig Geimpften bzw. Individuen mit zusätzlicher einmaliger bzw. zweimaliger Boosterung aufweisen (Statista-Grafik). Somit ist es möglich, dass regionale Unterschiede im Impfstatus für die nur scheinbar zu frühe Trendwende bei der 7-Tage-Inzidenz der Erstaufnahmen auf Intensivstationen verantwortlich waren.

Insgesamt zeigt sich wohl bedingt durch die Omikron BA.5 Variante und die nachlassende Impfwirkung ein deutlicher Trend zu mehr Fällen sowohl bei den Aufnahmen auf Intensivstationen als auch bei Krankenhausneuaufnahmen. Obwohl die Werte noch deutlich von früheren Höchstständen entfernt sind, sollte die weitere Entwicklung im Blick behalten werden. Wie u.a. aus der Analyse in Kapitel 1 deutlich wird, ist vorsichtiges individuelles Verhalten und eine Beibehaltung der Impfkampagnen sinnvoll.

Literatur

Arora, P., Kempf, A., Nehlmeier, I., Schulz, S.R., Cossmann, A., Stankok, M.V., Jäck, H., Behrens, G.M.N., Pöhlmann, S., and Hoffmann, M.. *Augmented neutralisation resistance of emerging omicron subvariants BA.2.12.1, BA.4, and BA.5.* Lancet Infect Dis. 2022. DOI: https://doi.org/S1473-3099(22)00422-4.

BERICHT DES SACHVERSTÄNDIGENAUSSCHUSSES NACH § 5 ABS. 9 IFSG VALUATION DER RECHTSGRUNDLAGEN UND MAßNAHMEN DER PANDEMIEPOLITIK. 1. 7.2022 https://www.tagesschau.de/gutachten-sachverstaendigenrat-corona-101.pdf.

De Nicola, G., Kauermann, G. and Höhle, M. (2022): *On assessing excess mortality in Germany during the COVID-19 pandemic*. AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv (OnlineFirst). 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s11943-021-00297-w.

Dong, E., Du, H., and Gardner, L. *An interactive web-based dashboard to track covid-19 in real time*. The Lancet infectious diseases. 20(5):533–534. 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30120-1.

Hale, T., Angrist, N., Goldszmidt, R., Kira, B., Petherick, A., Phillips, T., Webster, S., Cameron-Blake, E., Hallas, L., Majumdar, S., et al. *A global panel database of pandemic policies (oxford covid-19 government response tracker)*. Nature Human Behaviour. 5(4):529–538. 2021. DOI: https://doi.org/10.1038/s41562-021-01079-8.

Küchenhoff, H., Günther, F., Höhle, M. and Bender, A. *Analysis of the early COVID-19 epidemic curve in Germany by regression models with change points.* Epidemiology and Infection, 2021 Vol 149, e68. DOI: *https://doi.org/10.1017/S0950268821000558*.

Rehms, R., Ellenbach, N., Rehfuess, E., Burns, J., Mansmann, U., and Hoffmann, S. *A Bayesian hierarchical approach to account for reporting uncertainty, variants of concern and vaccination coverage when estimating the effects of non-pharmaceutical interventions on the spread of infectious diseases.* 2022. https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2022.06.20.22276652v1.

RKI. Wochenberichte zu COVID-19. 2022. https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Wochenbericht/Wochenberichte_Tab.html.

Schneble, M., De Nicola, G., Kauermann, G., and Berger, U. (2020): *Nowcasting fatal COVID-19 infections on a regional level in Germany.* Biometrical Journal, 63(3), 471 – 489. 2020. DOI: https://doi.org/10.1002/bimj.202000143.

Tartof SY, Slezak JM, Puzniak L, Hong V, Xie F, Ackerson BK, Valluri SR, Jodar L, McLaughlin JM. I*mmunocompromise and durability of BNT162b2 vaccine against severe outcomes due to omicron and delta variants.* Lancet Respir Med. 2022 Jul;10(7):e61-e62. DOI: doi: 10.1016/S2213-2600(22)00170-9. Epub 2022 May 6.